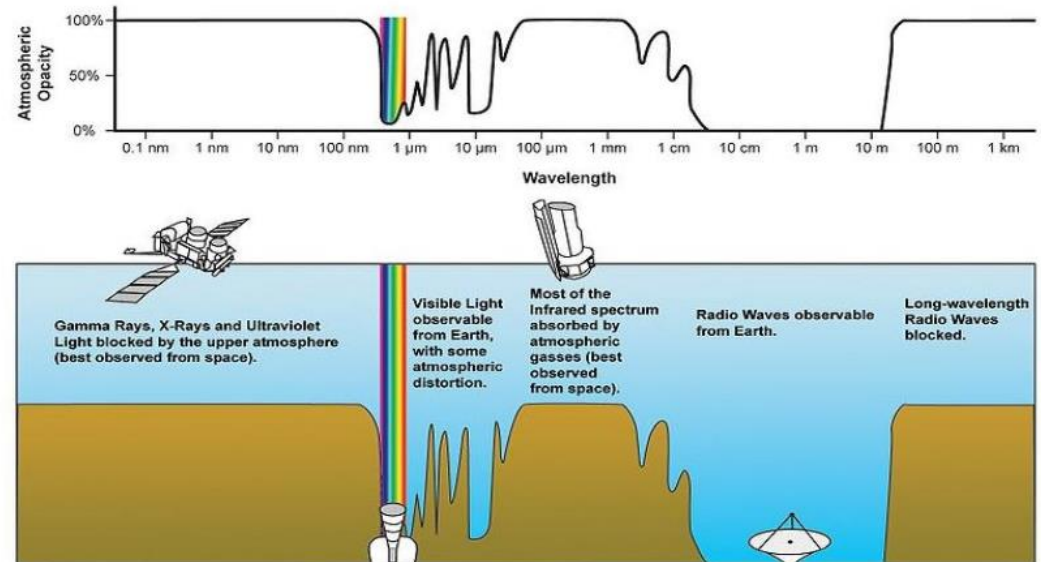
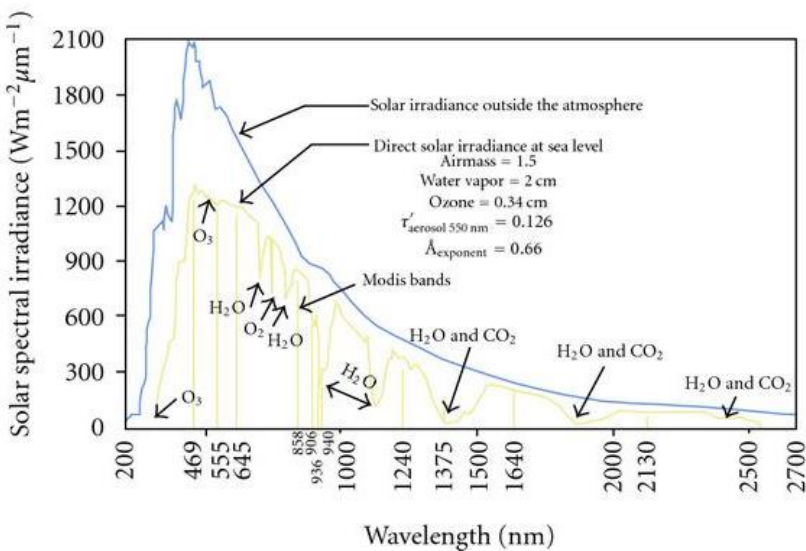


Συστήματα Τηλεπισκόπησης

Περιοχή φάσματος	Μήκη κύματος	Ακτινοβολία	Ιδιότητα εδάφους
Ορατό Visible, V	0.4 – 0.7 μm	Ηλιακή	Ανακλαστικότητα
Εγγύς υπέρυθρο Near InfraRed, NIR	0.7 – 1.1 μm	Ηλιακή	Ανακλαστικότητα
Εγγύς υπέρυθρο ShortWave InfraRed, SWIR	1.1 – 3 μm	Ηλιακή	Ανακλαστικότητα
Μέσο υπέρυθρο MidWave InfraRed, MWIR	3 – 5 μm	Ηλιακή Θερμική	Ανακλαστικότητα Θερμοκρασία
Θερμικό υπέρυθρο Thermal InfraRed, TIR	8 – 14 μm	Θερμική	Θερμοκρασία
Μικροκύματα, Radar	1 mm – 1 m	Παθητική: Θερμική Ενεργητική: Τεχνητή	Θερμοκρασία Ανάγλυφο



Τηλεπισκόπηση

- Διαδικασία Εφαρμογής
- Μεταβλητές: Βιοφυσικές και Υβριδικές
- Ανάλυση
 - Χωρική (Spatial resolution)
 - Φασματική (Spectral resolution)
 - Ραδιομετρική (Radiometric resolution)
 - Χρονική (Temporal resolution)
- Τροχιακά χαρακτηριστικά

Τηλεπισκόπηση

Διαδικασία Εφαρμογής

- Διατύπωση του προβλήματος
- Συλλογή δεδομένων
 - *in situ*
 - συμπληρωματικά δεδομένα
 - τηλεπισκοπικά δεδομένα
- **Βαθμονόμηση & αξιολόγηση τηλεπισκοπικών δεδομένων**
- Εφαρμογή των τηλεπισκοπικών δεδομένων

Τηλεπισκόπηση

Η διατύπωση του προβλήματος σχετίζεται με κάποια μεταβλητή

Βιοφυσικές μεταβλητές

προκύπτουν «απ' ευθείας» από τηλεπισκοπικά δεδομένα

Βιοφυσικές μεταβλητές	Συστήματα Τηλεπισκόπησης
Γεωδαιτικός έλεγχος x, y, z	GPS...
Τοπογραφία / Βαθυμετρία z	GPS, LIDAR, SPOT...
Βλάστηση Χρωστικές Βιομάζα LAI APAR Εξατμισοδιαπνοή Δομή & ύψος κόμης	AVHRR, MODIS, Landsat, IKONOS, Sentinel, QuickBird, ASTER, ENVISAT, CHRIS, Hyperion, AVIRIS, HyMap, CASI...
Θερμοκρασία Γης, νερού, ατμόσφαιρας	AVHRR, MODIS, Landsat, ASTER, GOES, Hyperion...

Τηλεπισκόπηση

Βιοφυσικές μεταβλητές	Συστήματα Τηλεπισκόπησης
Πετρώματα και Ορυκτά Υγρασία Σύσταση	
Ατμόσφαιρα Αερολύματα (οπτικό βάθος) Νέφη (% , οπτικό πάχος) Υδρατμοί Όζον	
Νερό Χλωροφύλλη Αιωρούμενα σωματίδια Διαλυμένη οργανική ύλη	
Χιόνι και Θαλάσσιοι Πάγοι Έκταση	
...	

Τηλεπισκόπηση

Η διατύπωση του προβλήματος σχετίζεται με κάποια μεταβλητή

Υβριδικές μεταβλητές

προκύπτουν από συνδυασμό βιοφυσικών ή και άλλων (π.χ. μετεωρολογικών) μεταβλητών

Υβριδικές μεταβλητές	Συστήματα Τηλεπισκόπησης
Χρήση γης	Πολύ υψηλής ανάλυσης (<1 m) IKONOS, QuickBird, SPOT, LIDAR
Κάλυψη γης	...
Βλάστηση Καταπόνηση Παραγωγικότητα	...

Τηλεπισκόπηση

Η επιλογή του δορυφορικού αισθητήρα προς επίλυση του προβλήματος σχετίζεται με τα χαρακτηριστικά του:

- Χωρική ανάλυση (Spatial resolution)
- Φασματική ανάλυση (Spectral resolution)
- Ραδιομετρική ανάλυση (Radiometric resolution)
- Χρονική ανάλυση (Temporal resolution)

Τηλεπισκόπηση

- Χωρική ανάλυση (Spatial resolution)

το μέγεθος του pixel στην επιφάνεια της γης

υψηλή χωρική ανάλυση: $< 4\text{m}$

μεσαία χωρική ανάλυση: $4 - 30\text{m}$

χαμηλή χωρική ανάλυση: $30 - 1000\text{m}$

Τηλεπισκόπηση

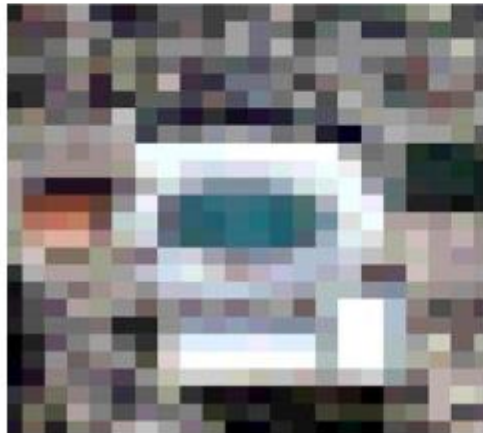
- Χωρική ανάλυση (Spatial resolution)



1 m



10 m

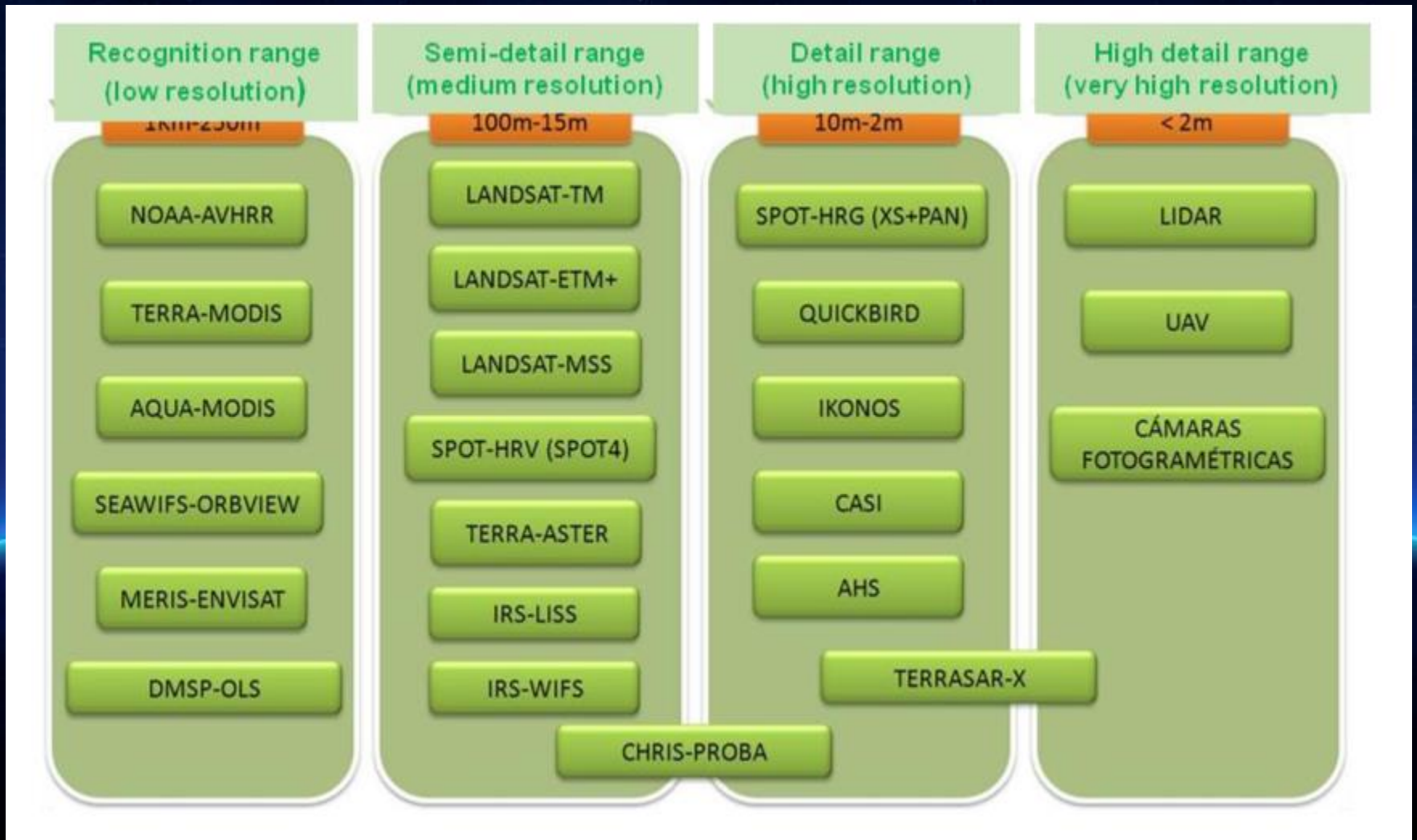


20 m



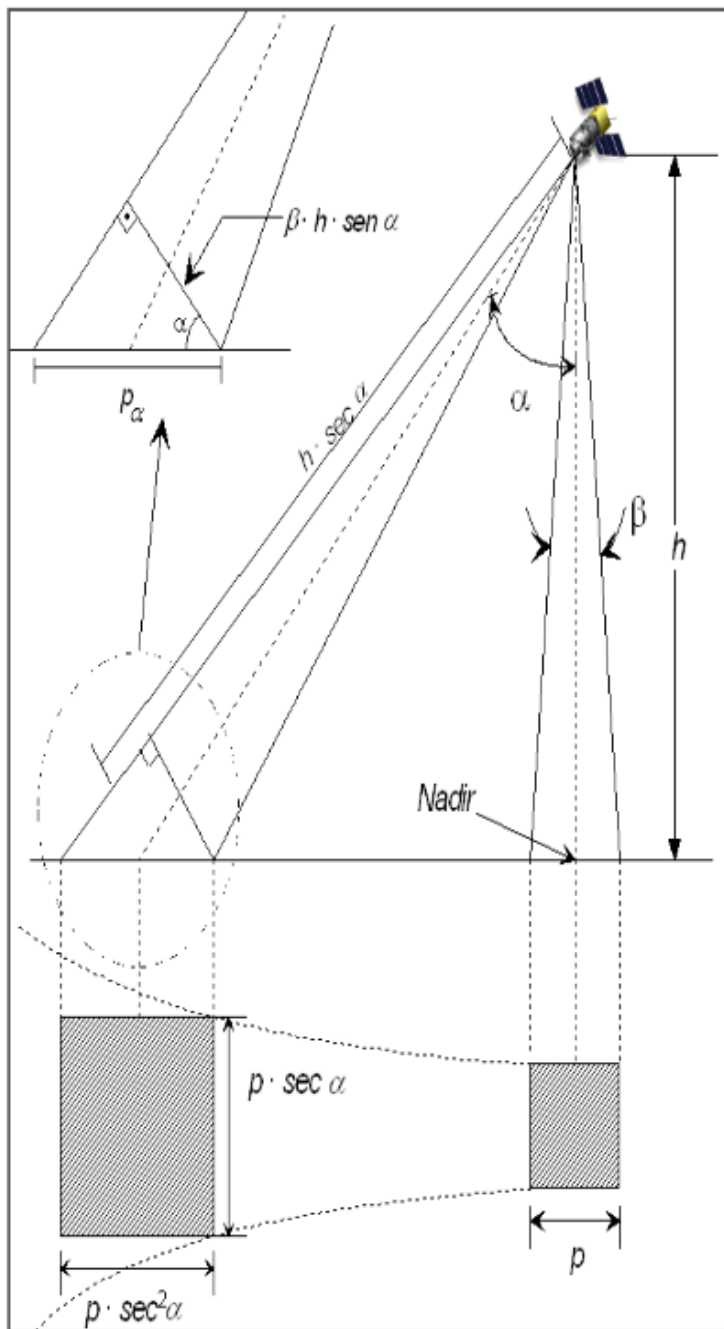
30 m

Τηλεπισκόπηση



Τηλεπισκόπηση

- Χωρική ανάλυση (Spatial resolution)
 - διαφορετική ανάλογα με τη γωνία παρατήρησης
 - μικρότερη στα άκρα της εικόνας
 - γεωμετρικές διορθώσεις



AVHRR

NADIR: 1.1 * 1.1 Km.

BORDE (55°): 6.5 * 2.4 Km.

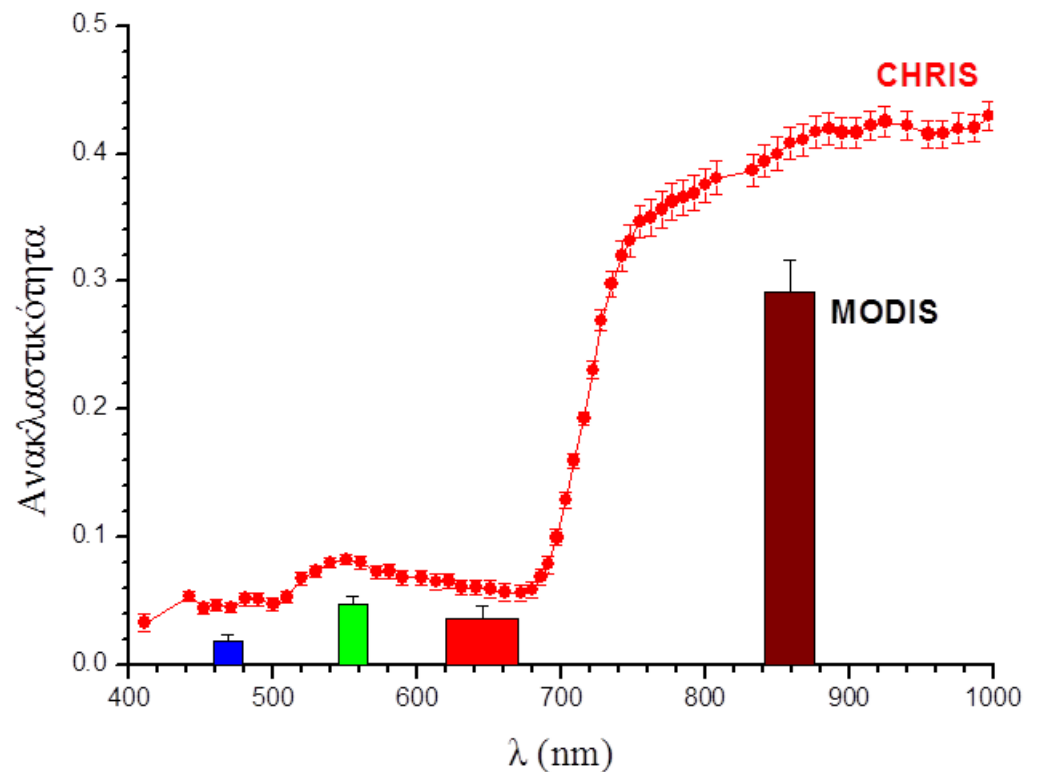
QUICKBIRD

NADIR: 0.61 m (P), 2.44 m (M)

25° OFF-NADIR: 0.72 m (P), 2.88 m (M)

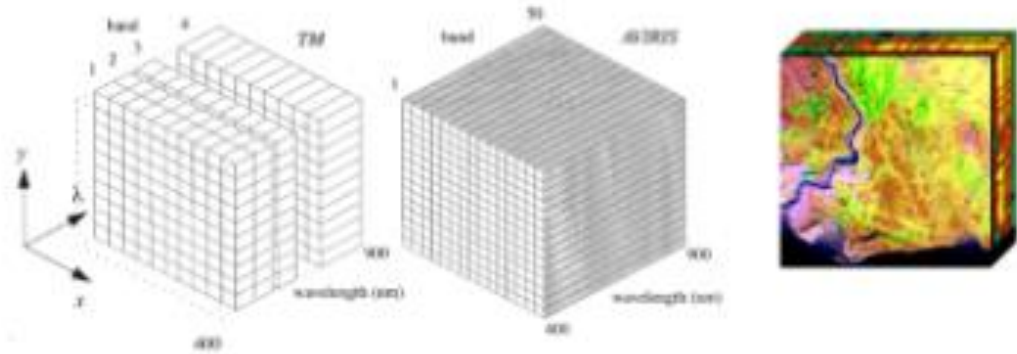
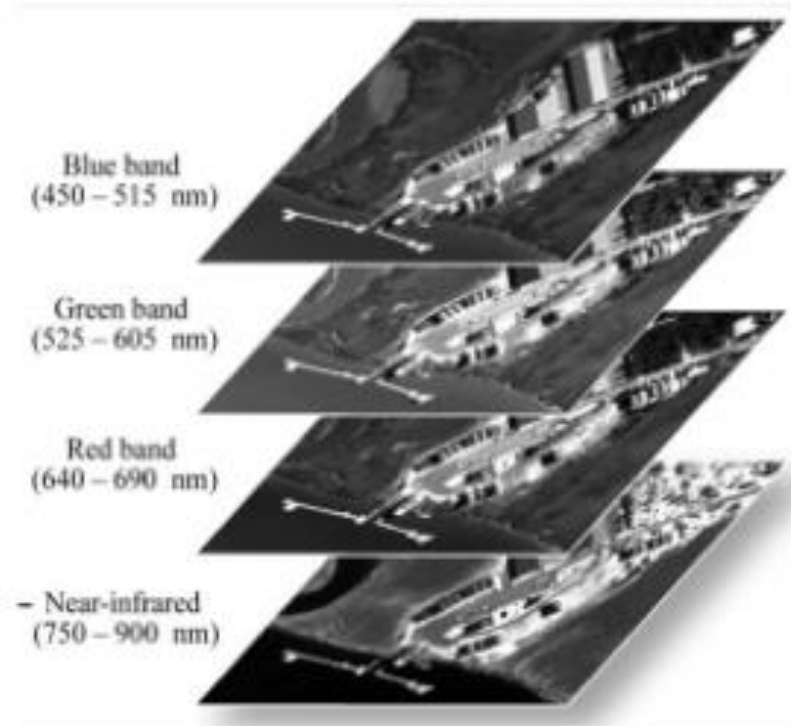
Τηλεπισκόπηση

- Φασματική ανάλυση (Spectral resolution)
 - Αριθμός καναλιών
 - Θέση καναλιών
 - Εύρος καναλιών



Τηλεπισκόπηση

- Φασματική ανάλυση (Spectral resolution)
 - Αριθμός καναλιών
 - Θέση καναλιών
 - Εύρος καναλιών



Τηλεπισκόπηση

- Ραδιομετρική ανάλυση (Radiometric resolution)
 - Η ευαισθησία του ανιχνευτή σε σχέση με την μετρούμενη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

Bit	Πλήθος τιμών	Εύρος τιμών
1	$2^1 = 2$	0 – 1
2	$2^2 = 4$	0 – 3
8	$2^8 = 256$	0 – 255
9	$2^9 = 512$	0 – 511
10	$2^{10} = 1024$	0 – 1023
12	$2^{12} = 4096$	0 – 4095



8 bits (256)



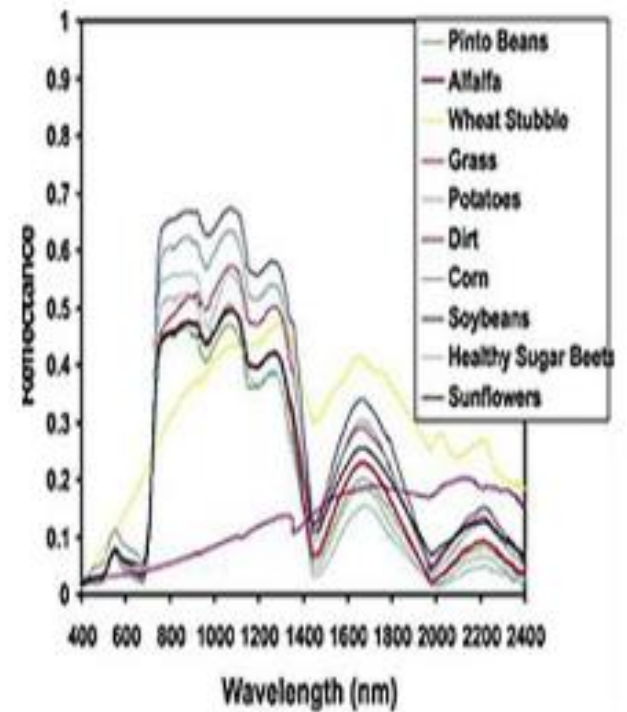
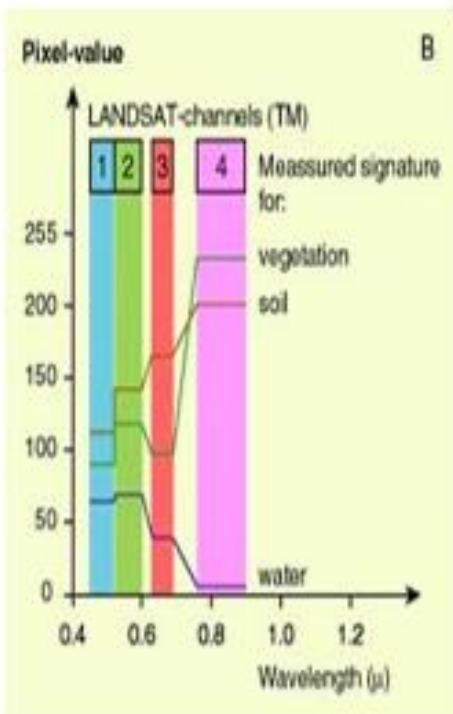
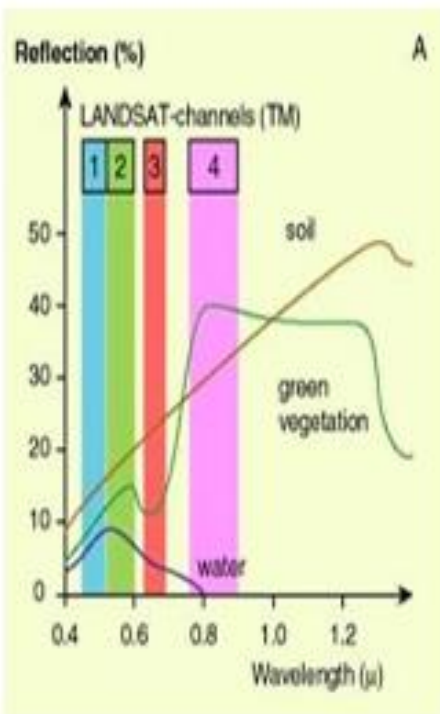
4 bits (16)



2 bits (4)



1 bit (2)



Τηλεπισκόπηση

- Χρονική ανάλυση (Temporal resolution)
 - Η συχνότητα επανεπίσκεψης της ίδιας περιοχής (revisit time)
 - Σημαντική:
 - σε περιοχές με αυξημένη νέφωση
 - για μικρής διάρκειας φαινόμενα (πλημύρες, πετρελαιοκηλίδες...)
 - για φαινόμενα με γρήγορη δυναμική (βλάστηση, γεωργία ακριβείας, μετεωρολογία...)

Υψηλή: 1 – 3 ημέρες

MODIS, Sentinel-3

Μεσαία: 4 – 16 ημέρες

Sentinel-2

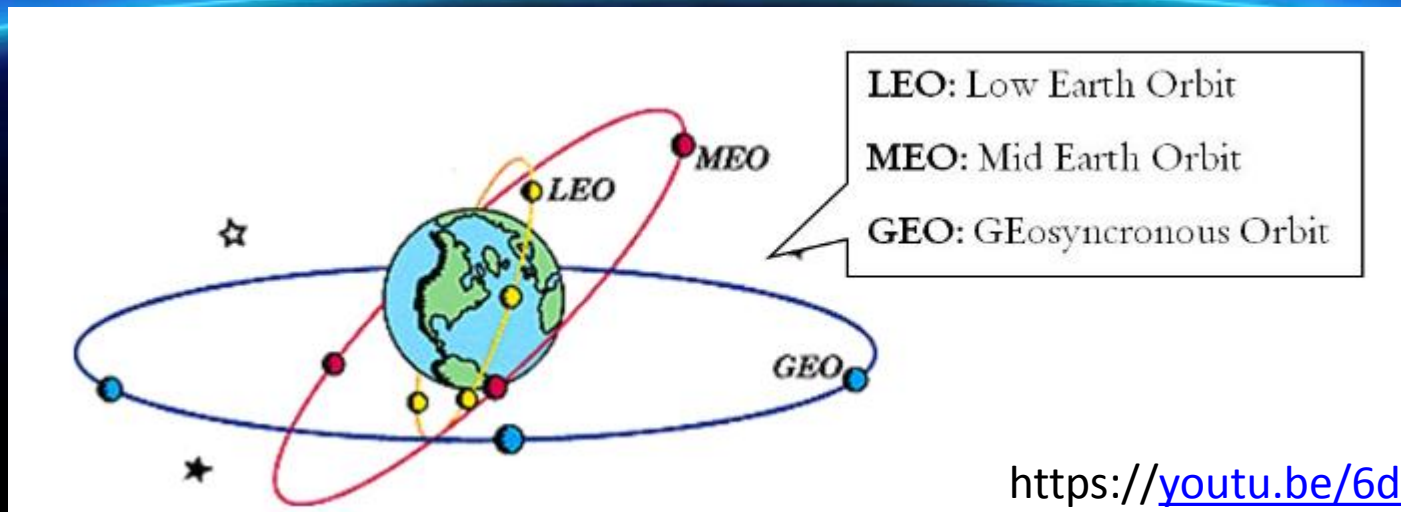
Χαμηλή: > 16 ημέρες

Landsat

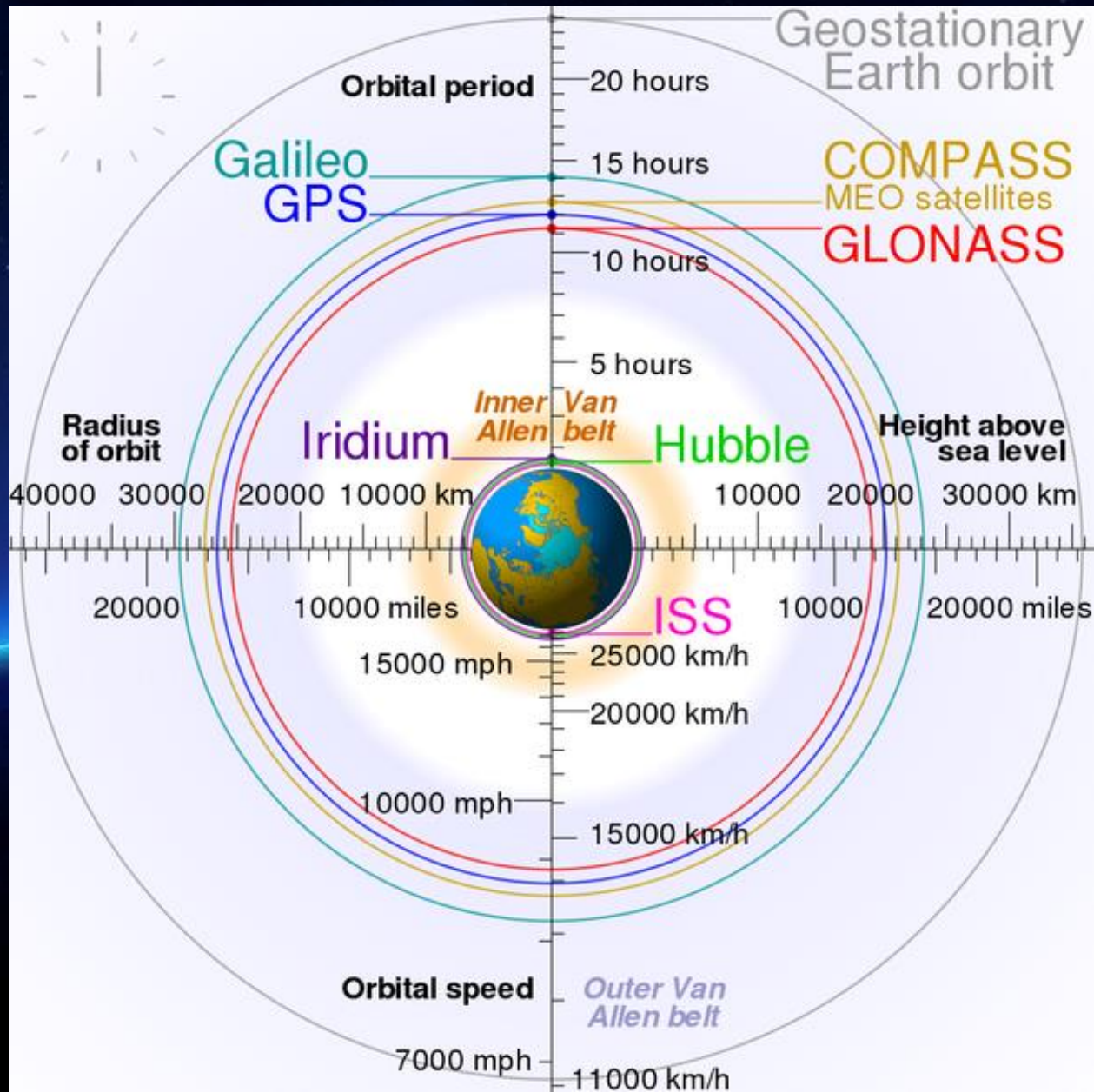
Τηλεπισκόπηση

Τροχιακά χαρακτηριστικά

Εφαρμογή	Τροχιά	Υψόμετρο	Περίοδος	Κλίση	Ταχύτητα
Επικοινωνίες Μετεωρολογία	Γεωστατική	36000 Km (GEO)	24 ώρες	0 °	11000 km/h
Παρατήρηση Γης	Πολική Ηλιοσύγχρονη	150-900 Km (LEO)	≈90 λεπτά	95 °	28000 km/h
Πλοήγηση (GPS)	Semi- synchronous	20000 Km (MEO)	≈12 ώρες	55 °	14000 km/h

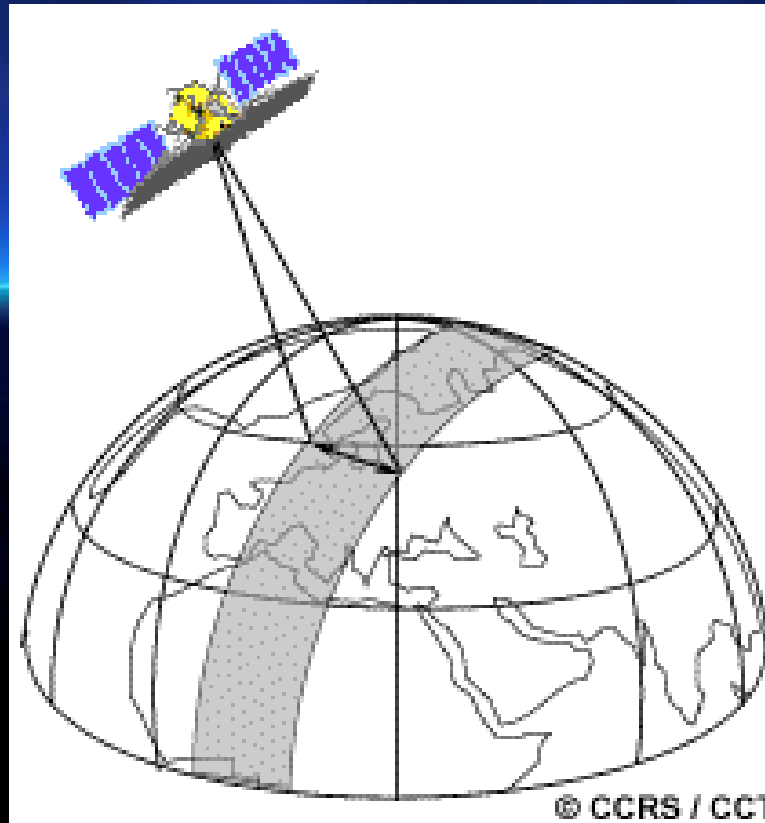


Τηλεπισκόπηση



Τηλεπισκόπηση

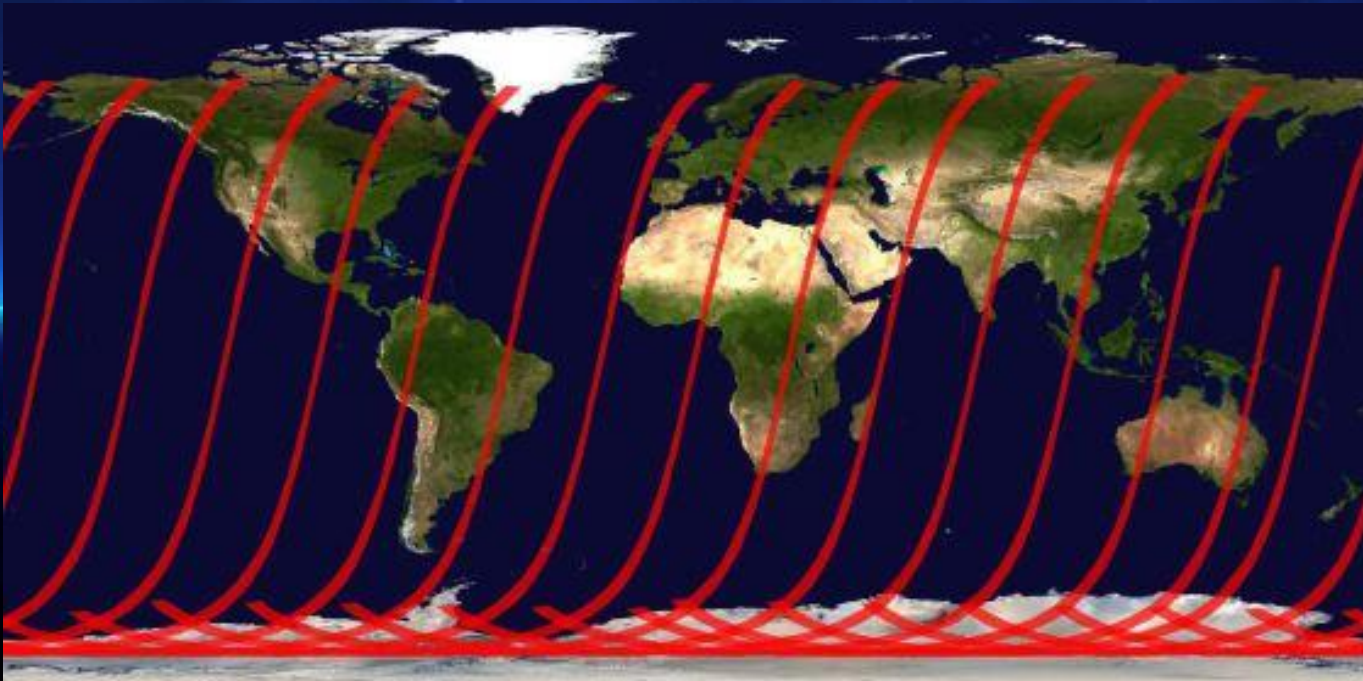
- Χρονική ανάλυση (Temporal resolution)
 - Η συχνότητα επανεπίσκεψης της ίδιας περιοχής (revisit time)
- ... και πλάτος λωρίδας σάρωσης (**swath**)



Τηλεπισκόπηση

- Χρονική ανάλυση (Temporal resolution)
 - Η συχνότητα επανεπίσκεψης της ίδιας περιοχής (revisit time)

... και swath



Landsat-8

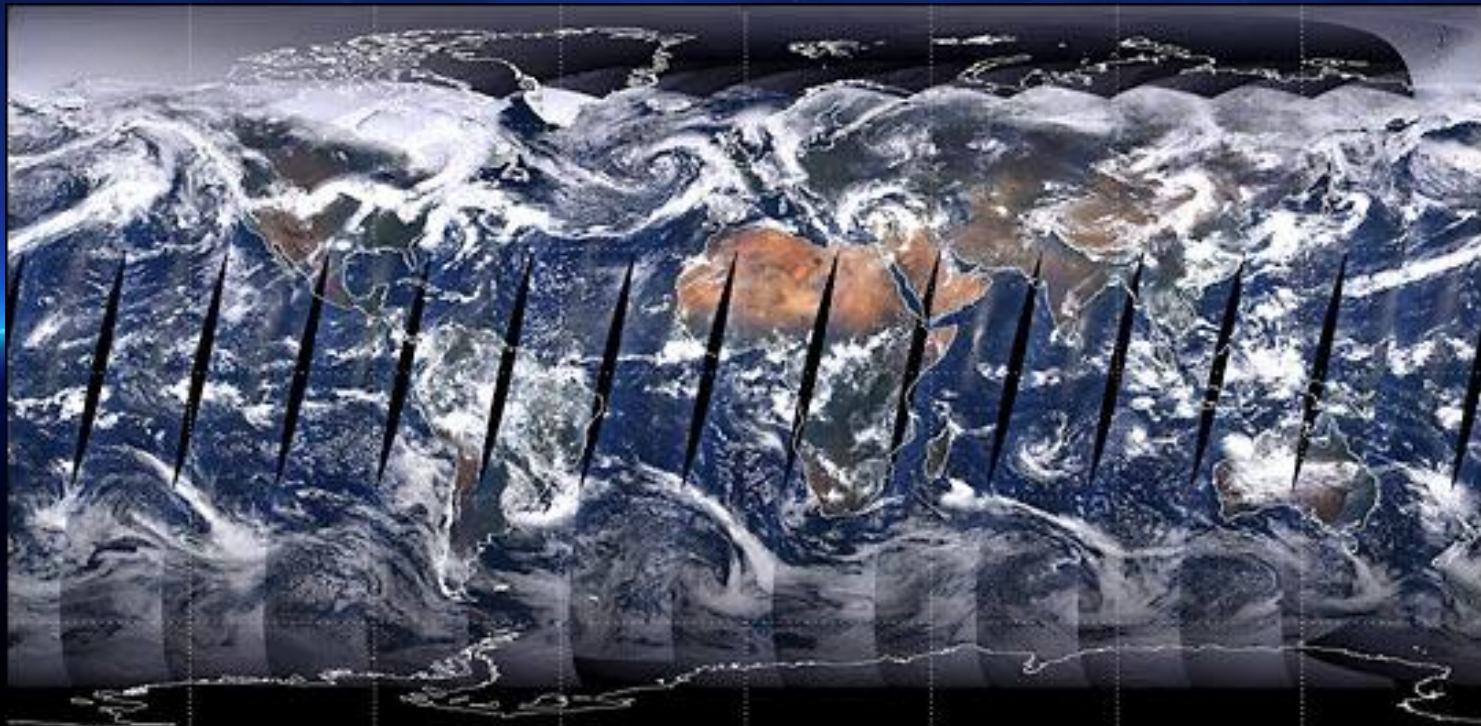
swath: 185 km

revisit time: 16 ημέρες

Τηλεπισκόπηση

- Χρονική ανάλυση (Temporal resolution)
 - Η συχνότητα επανεπίσκεψης της ίδιας περιοχής (revisit time)

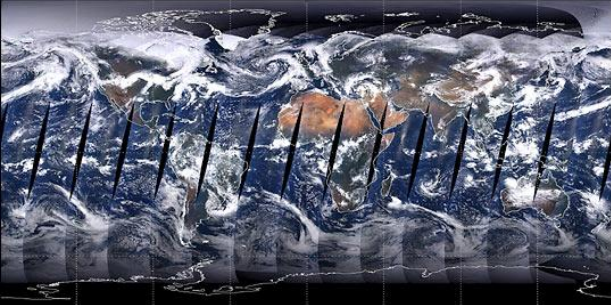
... και swath



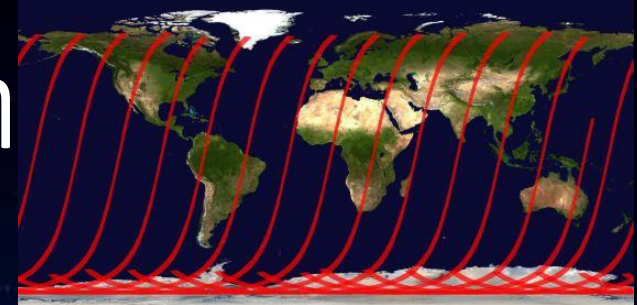
MODIS

swath: 2330 km

revisit time: 1 ημέρα



Τηλεπισκόπηση



- Χρονική ανάλυση (Temporal resolution)
 - Η συχνότητα επανεπίσκεψης της ίδιας περιοχής (revisit time)

... και swath

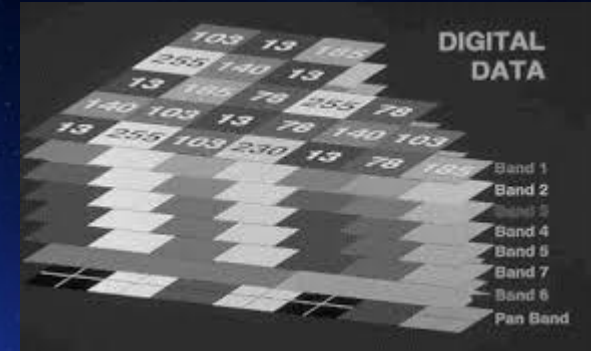
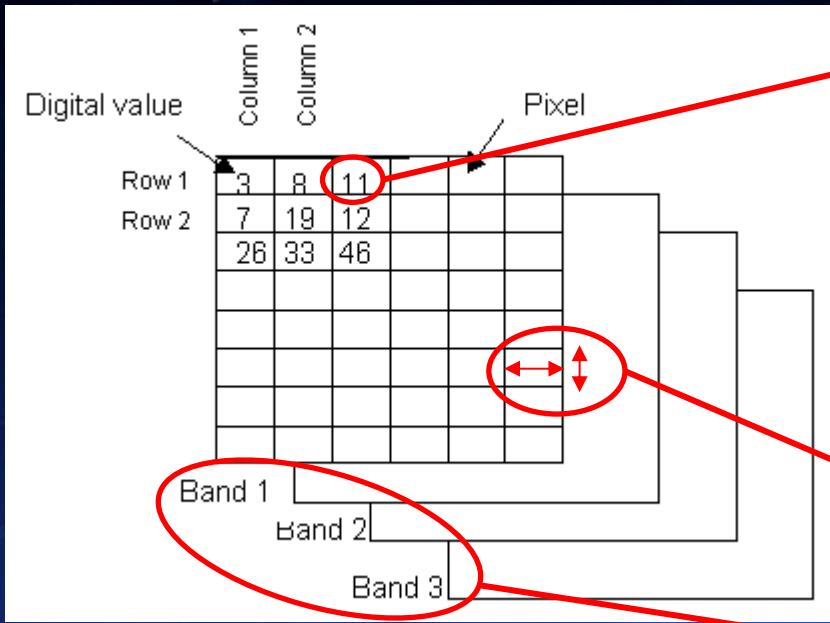
... και χωρική ανάλυση

... και αριθμός καναλιών

Δορυφόρος	Χρονική ανάλυση, ημέρες	Swath, km	Αριθμός καναλιών	Χωρική ανάλυση, m
MODIS	1 – 2	2330	36	(250, 500) 1000
Sentinel-3	1 – 3	1270	21	300
Sentinel-2	10 (5)	290	13	10 (30, 60)
Landsat	16	185	11	30

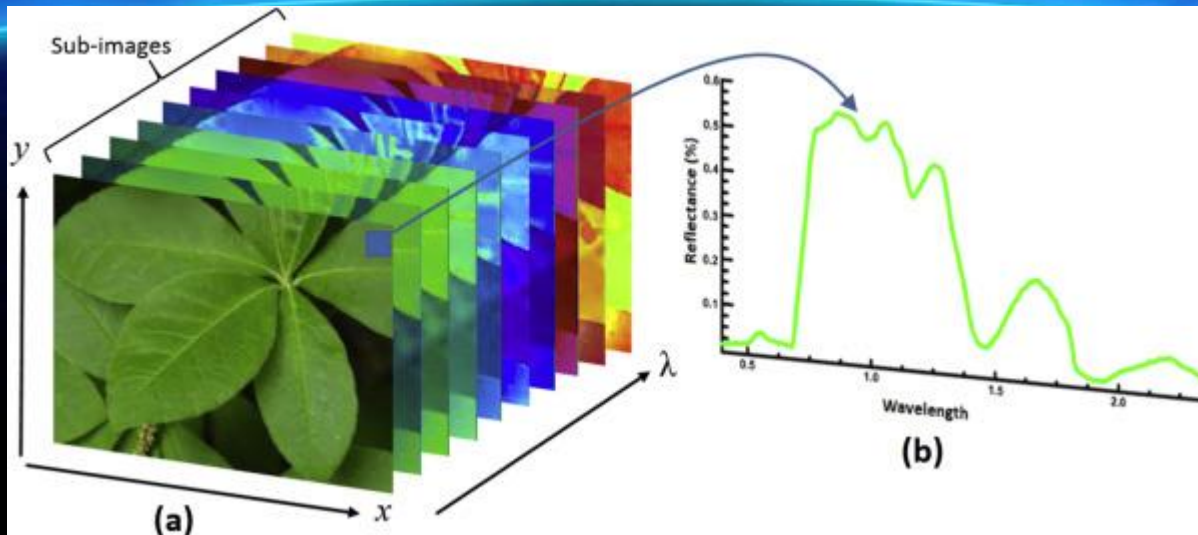
Συστήματα Τηλεπισκόπησης

ραδιομετρική ανάλυση



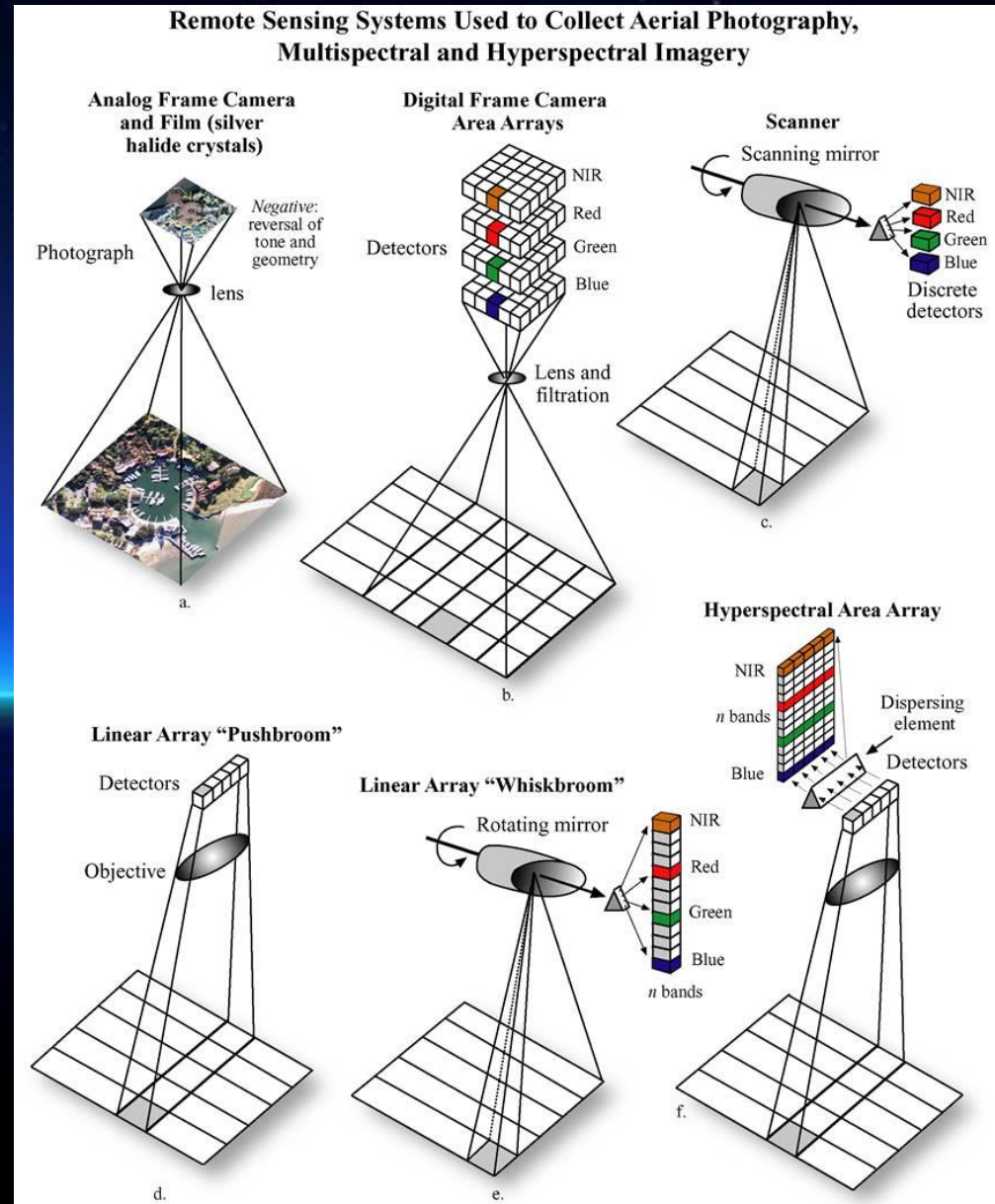
χωρική ανάλυση

φασματική ανάλυση



Συστήματα Τηλεπισκόπησης

1. Αναλογική κάμερα
2. Ψηφιακή κάμερα
3. Περιστρεφόμενο κάτοπτρο & ξεχωριστοί φασματικοί ανιχνευτές
4. Γραμμική συστοιχία χωρικών ανιχνευτών (**pushbroom**) (διαφορετικός ανιχνευτής για κάθε φασματικό κανάλι)
5. Περιστρεφόμενο κάτοπτρο & συστοιχία φασματικών ανιχνευτών (**wiskbroom**)
6. Γραμμική συστοιχία χωρικών και φασματικών ανιχνευτών (**hyperspectral**)



Συστήματα Τηλεπισκόπησης

	Ημ/νία	Κανάλια	Εύρος καναλιών	Χρονική ανάλυση	Χωρική ανάλυση	Swath
Landsat	1972 -	11	0.433 – 12.5 μm	16 ημέρες	30 – 100 m	185 km
AVHRR	1978 -	5	0.580 – 12.500	1 ημέρα	1000 m	2900 km
SPOT	1986 -	4 (+PAN)	0.450 – 0.890 μm	2 - 3 ημέρες	6 m (1.5 m)	60 km
MODIS	1999 -	36	0.421 – 14.235 μm	1 - 2 ημέρες	250 – 500 – 1000 m	2330 km
MERIS Envisat	2002 - 2012	15	0.390 – 1.040 μm	2 - 3 ημέρες	300 m	1150 km
Sentinel-2	2015 -	13	0.443 – 2.280 μm	10 (5) ημέρες	10 – 20 – 60 m	290 km
Sentinel-3	2016 -	21	0.392 – 1.040 μm	1 - 3 ημέρες	300 m	1270
WorldView-4	2016 -	4 (+PAN)	0.450 – 0.920 μm	4 - 5 ημέρες	1.24 m (0.31 m)	13.1 km